

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Моделирование процесса компаундирования бензинов

УДК 665.73.038

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д33	Жарков Александр Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Долганов И.М.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король И.С.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП,	Кузьменко Е.А.	к.т.н		

доцент				
---------------	--	--	--	--

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения
по направлению подготовки бакалавров
18.03.01 Химическая технология

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов сепарации.
P2	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке.
P3	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P4	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.
P5	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной

работы В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) Студенту:

Группа	ФИО
3–2Д33	Жарков Александр Александрович

Тема работы:

Моделирование процесса компаундирования бензинов

Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 30.01.2017г № 496/с
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2018г
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные хроматографического анализа сырьевых потоков, вовлекаемых в производство товарных бензинов
---------------------------------	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Обзор литературы</p> <p>1.1 Требования, предъявляемые к качеству автомобильных бензинов</p> <p>1.2 Физико-химические и эксплуатационные свойства товарных бензинов</p> <p>1.3 Марки бензинов и экологические требования, предъявляемые к товарной продукции</p> <p>1.3.1 Компоненты товарных бензинов</p> <p>1.3.2 Методы расчет октанового числа товарных бензинов</p> <p>2. Ход организации и методы исследования товарных бензинов</p> <p>2.1 Установка компаундирования автомобильных бензинов</p> <p>2.2 Исследование зависимости состава потоков и выходом готового продукта в процессах компаундирования</p> <p>2.3 Моделирование процесса компаундирования и подбор рецептур бензинов для АИ-80, АИ-92, АИ-95 и АИ-98 с целью снижения себестоимости</p> <p>3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
<<Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение>>	Рыжакина Татьяна Гавриловна, к.э.н.
<<Социальная ответственность>>	Король Ирина Степановна, к.э.н.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Долганов Игорь Михайлович	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–2Д23	Жарков Александр Александрович		

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа «Моделирование процесса компаундирования бензинов» состоит из 80 страниц, так же в ней содержится 6 рисунков, 26 таблиц, формул.

Ключевые слова: бензин, компаундирование, октановое число, математическое моделирование, потоки, рецептура.

Объектом данной выпускной квалификационной работы – процесс смешения автомобильных бензинов.

Предметом исследования являются рецептуры промышленного топлива, а именно АИ-80, АИ-92, АИ- 95, АИ-98.

Цель работы заключается в следующем- исследовать рецептуры смешения промышленного топлива с учётом не аддитивности октановых чисел и воздействия содержания используемого в процессе сырья.

В ходе выполнения работы были поставлены следующие задачи:

1. Сделать обзор литературы, описывающий процесс компаундирования автомобильных бензинов;
2. Исследовать зависимость состава потоков и выходов готового продукта в процессах смешения;
3. Смоделировать процесс смешения и подобрать рецептуру бензинов для АИ-80, АИ-92, АИ- 95, АИ-98 с целью снижения себестоимости;
4. Проанализировать конкурентные технические решения с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
5. Определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную, экономическую эффективность исследования.

В ходе исследования была разработана новая база коэффициентов, характеризующая частоту межмолекулярных взаимодействий основных ингредиентов.

Экономическая значимость данной работы заключается в следующем, в ходе исследования разработана оптимальная рецептура исходя из требований минимальной себестоимости и не нарушающие экологических стандартов.

Оглавление

Введение.....	9
Глава 1. Обзор литературы.....	11
1.2. Физико-химические и эксплуатационные свойства товарных бензинов.....	14
1.2.1.Испаряемость.....	14
1.2.2.Детонационная стойкость.....	15
1.2.3.Теплота сгорания.....	17
1.2.4. Химическая стабильность.....	17
1.2.5. Содержание веществ.....	18
1.3. Марки бензинов и экологические требования, предъявляемые к товарной продукции.....	20
1.3.1 Компоненты товарных бензинов.....	23
1.3.2. Методы расчета октанового числа товарных бензинов.....	25
Глава 2. Ход организации и методы исследования товарных бензинов.....	29
2.1. Установка компаундирования автомобильных бензинов.....	29
2.2. Исследование зависимости состава потоков и выходом готового продукта в процессах компаундирования.....	32
2.3. Моделирование процесса компаундирования и подбор рецептур бензинов для АИ-80, АИ-92, АИ-95 и АИ-98 с целью снижения себестоимости.....	39
Заключение.....	51

Введение

Образование качественных и количественных характеристик промышленного топлива происходит на этапе процесса компаундирования. Для этого процесса используют нефть в «сыром виде», не являющуюся объектом различных процессов переработки. Данное сырье характеризуется различными свойствами и стоимостью. Во избежание в ходе смешения некачественного товара, на производстве соблюдают жесткие нормы качества, предъявляемые к автомобильным топливам. Это привело к возрастанию численности использования дорогостоящих смесей.

Бензин – это горючее, состоящее из смеси легких углеводородов. Температура кипения бензина от 33 до 205 °С (в зависимости от примесей). Бензин используется в качестве топлива в карбюраторных и инжекторных двигателях, а также как высоко-импульсное ракетное топливо. Бензин уникальное вещество, из него делают парафины, особо часто применяют как растворитель или же как горючий материал.

Объектом данной выпускной квалификационной работы – процесс смешения автомобильных бензинов.

Предметом исследования являются рецептуры промышленного топлива, а именно АИ-80, АИ-92, АИ- 95, АИ-98.

Цель работы заключается в следующем- исследовать рецептуры смешения промышленного топлива с учётом неаддитивности октановых чисел и воздействия содержания используемого в процессе сырья.

В ходе выполнения работы были поставлены следующие задачи:

1. Сделать обзор литературы, описывающий процесс компаундирования автомобильных бензинов;

2. Исследовать зависимость состава потоков и выходов готового продукта в процессах смешения;
3. Смоделировать процесс смешения и подобрать рецептуру бензинов для АИ-80, АИ-92, АИ- 95, АИ-98 с целью снижения себестоимости;
4. Проанализировать конкурентные технические решения с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
5. Определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную, экономическую эффективность исследования.

Глава 1. Обзор литературы

Бензин – это горючее, состоящее из смеси легких углеводородов. Температура кипения бензина от 33 до 205 °С (в зависимости от примесей). Бензин используется в качестве топлива в карбюраторных и инжекторных двигателях, а также как высоко-импульсное ракетное топливо. Бензин уникальное вещество, из него делают парафины, особо часто применяют как растворитель или же как горючий материал. [31]

У топливных материалов есть свое подразделение на классы:

- на автомобильные
- авиационные бензины.

Главное отличие авиационных бензинов – это содержание более легких фракций. В данной дипломной работе будут рассмотрены только автомобильные бензины.

Основное количество производимых автомобильных бензинов представляют собой продукты нефтепереработки и газового конденсата.

На самом деле, это смесь хорошо подобранных компонентов, полученных различными технологическими процессами, а так же они по своему влияют на свойства товарного бензина. Входящие в состав компоненты подразделяют на два типа:

- базовые

(это основа бензина, она преобладает по объему) и

- высокооктановые

(это низкокипящие углеводороды и их смеси, их основная задача это корректирование состава бензина в зависимости от требований и нормативов).[42]

Благодаря тому, что у бензина имеется определенный углеводородный состав и обладающий строго регламентируемыми физико-химическим и

эксплуатационным свойствам, бензин успешно применяют как главный и основной материал для езды на автотранспорте.

Нормативные требования, предъявляемые к бензинам автомобильного типа, представляют собой список правил эксплуатации и крупногабаритного производства, а также необходимости минимизировать негативные последствия на природу.

Основные требования, которые предъявляются производителями двигателей с искровым зажиганием к качеству применяемых их бензинов[46]:

- Для любых климатических изменений и на всех режимах работы двигателя, сжигание смеси бензина, а в камере сгорания – воздуха, должно протекать с нормированной скоростью, без последствия возникновения детонации.
- Бензин обязан иметь высокую теплоту сгорания, но при этом минимально образовывать отложения нагара в топливной и пусковых системах.
- Изготовление смеси бензина необходимо быть возможным при всех диапазонных температурных изменений при эксплуатации двигателей, это нужно что бы обеспечить необходимое количество испаряемости.

Следовательно, основные требования в бензинах — это содержание подгрупп веществ, дробная часть, давление насыщенных паров и стойкость к детонации.

Основные критерия качества изготавливаемого горючего, трактуется технико-физическими качествами российской переработки нефти, обуславливают степень дробной части и углеводородного состава, содержание S и антидетонаторов.[16]

Для улучшения и объёма производимого горючего из нефти, компании по ее переработки интересуют возможность увеличения конечной температурной границы, при этом что бы обеспечить наилучшее использование горючего в двигателе необходимо ограничить содержание высококипящих фракций входящих в дробный состав бензина. Условия производителя авто транспорта противоречат с основными параметрами НПЗ, следовательно, необходим компромисс для двух сторон для получения экономической выгоды [24].

Условия, согласованные с перевозкой и содержание горючего, связано с тем, что есть необходимость сохранности бензинов на неопределенный срок.

Перевозка, сохранность и эксплуатации горючего на автотранспорте происходит при изменении погоды с учетом температурного придела -50 ... +45. Но не нужно забывать, что необходимо учитывать стабильную работу двигателя.

Требования по использованию горючего авто транспортом характеризуется физико–химическим равновесием, в связи с тем, что имеется предрасположенность к образованию паровых пробок, содержание коррозионно-агрессивных соединений.

Эколого-физические показатели бензина стремятся к уменьшению некоторых токсичных составляющих, входящих в группу углеводородов, такие как сера, ароматические углеводороды и низкокипящие.[26]

В результате использования горючего происходит выброс большого количества токсичных паров, которые в последствии попадают: в атмосферу, гидросферу, литосферу и частично взаимодействуют с биосферой. Это происходит непосредственно из-за топлива и горения его.

Физические и химические свойства горючего, для автотранспорта, и основным параметрам двигателям - необходимо быть связанным друг с другом. К основному содержанию в бензине для авто транспорта относятся: стойкость к самопроизвольной детонации, насыщенность, испаряемость, которая включает

в себя дробную часть и давление от насыщенных паров, а также не стоит забывать про углеводородный состав.

1.2. Физико-химические и эксплуатационные свойства товарных бензинов

1.2.1. Испаряемость

Дробный состав и давление от насыщенных паров изменяются в зависимости от вида бензина, следовательно, основные показатели горючего в зависимости от производителя могут весьма отличаться.[13]

Пусковые свойства бензинов, склонность к образованию паровых пробок, физико-химическая стабильность – это основные параметры, которыми определяют давление от насыщенных паров и дробную часть

Давление, создаваемое насыщенными парами, зависит от температуры и отношения паровой части к жидкой. Следовательно, в связи с уменьшением температурным показателем или же наоборот, а так же с увеличением отношения паровой и жидкой фазы, давление от насыщенных паров имеет свойства – уменьшаться. В зависимости от содержания в горючем легковоспламеняющихся веществ, зависит физико-химическая стабильность, а именно: склонность к потерям от испарения, скорость прогрева двигателя, быстрый приход в негодность цилиндропоршневой группы, приемистость двигателя.

Чтобы выделить основные требования, предъявляемые к горючему, необходимо учитывать разновидности конструкции двигателей автотранспорта, а также не забывать про климатические условия использования горючего.[11] Следовательно, были выделены требования, предъявляемые к дробному составу и давлению от насыщенных паров. Это связано с тем, что нам необходимо обеспечить запуск двигателя, при низких климатических условиях, а также от высокой температуры и тем самым предотвратить образование паровых пробок, которые в последствие могут привести к быстрому износу двигателя.

Для контроля износа двигателя следует следить за полнотой испарения топлива. Это величина, которая в полной мере может охарактеризовать температурную перегонку 90% бензина и крайнюю точку температурного кипения.[36]

Почему необходимо следить за полнотой испарения топлива? Это связано с тем, что остатки бензина в жидком виде могут попасть в камеру сгорания, и тем самым смыть масло со стенок. Жидкая пленка через зазоры поршневых колец сможет попасть в картер, при этом происходит взаимодействие масла и бензина, что приводит к разжижению масла.

Это приводит к тому, что ухудшаются физические и экономические показатели работы двигателя. Снижение крайней точки температурного кипения повышает эксплуатационные свойства, но при этом снижает ресурс бензинов.

1.2.2. Детонационная стойкость

Детонационная стойкость – это величина которая характеризует способность бензинов для автотранспорта противостоять самопроизвольному воспламенению при поперечной деформации. Нормальным сгоранием считается высокая детонационная стойкость на всех режимах эксплуатации двигателя. При деформации в виде сжатия смеси горючего и воздуха, температура и давление увеличивается, происходит окисление углеводорода (окислением обуславливается последовательность воспламенению смеси).[48]

Из-за минимальной стойкости несгоревшей части углеводородов к окислению ведёт к избыточному накапливанию пероксидов, в последствии и их взрывному распаду. При избыточной концентрации пероксидных соединений может произойти тепловой взрыв, что приводит к самопроизвольному воспламенению горючего, что в свою очередь может привести к взрывному горению оставшейся части горючего - детонационное

сгорание. Детонация, в свою очередь вызывает перегрев, резкий износ или же местные разрушения двигателя. Этот процесс сопровождается резким характерным хлопком немедленным падением мощности и выбросом дыма в атмосферу.

Показатель детонационной стойкости бензина для автотранспорта-октановое число- равно содержанию (учитывают объём по процентам) изооктана (2,2,4-триметилпентана), а так же его смеси с н-гептаном, при этом данная смесь равна по детонационной стойкости исследуемого топлива ст.усл.

Октановое число — это величина нахождения которой происходит двумя способами: исследовательский и моторный.[53]

Показатель октанового числа, которое определили моторным методом, будет ниже показателя октанового числа, определённого исследовательским методом. Это связано с тем, что моторный метод осуществляется при более напряжённом режиме работы одноцилиндровой установки

Октановое число, полученное моторным методом в, полнее может охарактеризовать детонационную стойкость горючего при использовании в автотранспорте в условиях повышенного теплового форсированного режима, когда как октановое число, полученное исследовательским методом, вполне может охарактеризовать горючее при работе в условиях городской среды и при частичных нагрузках.[54]

Детонационная стойкость горючего зависит от углеродной группы. Наивысшей детонационной стойкостью обладают углеводороды с наличием бензольных колец.

Наименьшая детонационная стойкостью обладают углеводороды подгруппы парафиновые нормального строения, которая при этом уменьшается с увеличением молекулярной массы.

Углеводороды подгруппы изопарафиновые и олефиновые имеют высокие антидетонационные свойства, если сравнивать их с углеводородами

парафинов нормального строения, но при разветвлении и снижение молекулярной массы повышает детонационную стойкость парафинов.[7]

Нафтенy, в свою очередь, по детонационной стойкости превосходят парафиновые углеводороды, но уступают ароматическим углеводородам.

Согласно вышеуказанным данным антидетонационным свойствам бензинам полученных по разным технологиям, что определяет входящих в их состав различных углеводородов. Отсюда следует, что самая низкая детонационная стойкость у бензинов, так называемой прямой перегонки, в состав которой входит углеводороды группы парафиновые с нормальным строением.[29]

1.2.3. Теплота сгорания

Мощность и экономичность работы двигателя определяются теплотой сгорания, чем выше, тем сильнее уменьшается расход горючего. Данный показатель зависит от углеводородного состава горючего, а также для углеводородов определяется отношение углерода к водороду.

Следовательно, чем выше данное отношение, тем меньше теплота горения.

Парафиновые углеводороды, бензины прямой перегонки и алкилбензин обладают наибольшей теплотой сгорания, наименьшей – ароматические углеводороды и бензины каталитического риформинга.

1.2.4. Химическая стабильность

Способность бензинов сохранять свой состав и свойства при хранении, транспортировании или при нагревании впускной системой двигателя может быть охарактеризована таким показателем, как химическая стабильность. Химические изменения бензина во время его эксплуатации связаны с

окислением входящих в его состав углеводородов. Значит, химическую стабильность бензинов можно определить по скорости реакций окисления. Скорость, в свою очередь, зависит от строения входящих в бензин углеводородов и условий процесса.[46]

В то время, когда происходит окисление в горючем, накапливаются вещества – смолистые, которые в свою очередь образованы полимеризацией и конденсации продуктов окисления. В самом начале, количество смол в горючем мало, и они все растворены в нем, но во время процесса окисления содержание смол усиливается.

Следуя вышеупомянутому, наличие, а также их количество в горючем продуктов окисления отрицательно влияют на его эксплуатационные свойства. Смолы, выпадая из горючего, образуют отложения в резервуарах, трубопроводе и тому подобное. Окислению нестабильного горючего при его нагреве во впускной системе двигателя приводит к образованию отложений на его деталях, а также приводит к увеличению нагарообразования на клапанах, в камере сгорания и на свечах зажигания. [37]

Помимо этого, на хим.-стабильность горючего так же оказывает влияние неуглеводородные вещества. Более склонные к окислению горючее термического крекинга, коксования, пиролиза, каталитического крекинга. Хим.-стабильными считаются горючие каталитического риформинга, прямогонные бензины, алкилбензин.

1.2.5. Содержание веществ

Самый контролируемый параметр качества горючего является содержание в нем: серы, углеводородов группы ароматические, смол и их образующих, металлов и так далее.[53]

В горючем всегда присутствуют смолы и их образующие компоненты. Смолистые вещества – это темно – коричневые жидкие или полужидкие вещества с плотностью 1000кг/м³, которые очень хорошо красят, очень хорошо растворяются во всех нефтепродуктах. Содержание их в горючем зависит от технологии получения и очистки, и конечно же от условий сохранности и времени хранения.

Входящие в состав смолообразующих тяжелые молекулы углеводородов не испаряются из горючего, а только собираются на горячих стенках трубопровода, забивая жиклеры, что может привести к уменьшению проходных сечений различных участков топливоподающей аппаратуры, всасывающего коллектора.

Следовательно, будет снижена мощность двигателя и ухудшатся экономические свойства. Более того, повысится износ, ухудшается процесс сгорания и увеличивается расход горючего за счет образования нагара в двигателе.

Нагар – это уплотненные смолистые отложения в зонах высокой температуры, хрупкие и твердые, состоящие, в основном, из углерода.[17]

Содержание серы в горючем очень строго регламентируется. При сгорании кислородные соединения серы вызывают коррозию и способствуют процессам образования отложений и износу двигателей. Общее содержание серы в бензинах – это суммарное количество всех сернистых соединений в горючем. Количество серы в бензинах не должно превышать 0,05 %. Экспериментальным методом установлено, что при увеличении серы с 0,05 до 0,10% износ деталей двигателя возрастает в 1,5-2 раза, а при повышении количества серы до 0,20% – еще вдвое.[23]

Ограничивается и содержание бензола в горючем для авто транспорта, в независимости от того, что чистый бензол обладает высоким октановым числом (более 100 единиц). Основные причины, по которым бензол используется в ограниченном количестве — это высокая температура кристаллизации, плохая

летучесть при низких температурах, высокая гигроскопичность, пониженная теплотворность.

Содержание важнейших ввиду своей высокой детонационной стойкости составляющих горючих для автотранспорта – углеводороды группы – ароматические, а, также нормируются вследствие повышения нагарообразования в двигателе и образования в отработавших газах канцерогенного бензола. Помимо этого, снижение доли углеводороды группы – ароматические в горючем позволяет уменьшить содержание токсичных продуктов в отработавших газах.

Строение углеводородов группы ароматические осуществлено влияют на нагарообразование в камерах сгорания и на клапанах двигателя, что снижает коэффициент полезного действия и мощность, пагубно сказывается на экономическую и экологическую сторону вопроса. А также, при воздействии большой температуры, углеводороды группы ароматические окисляются и откладываются на двигателях в виде нагара.[50]

1.3. Марки бензинов и экологические требования, предъявляемые к товарной продукции

Основную массу горючего для автотранспорта в России разрабатывают по:

- ГОСТ 2084-77
- ГОСТ Р 51105-97
- ТУ 38.001165-97
- ГОСТ Р 51866- 2002.

Благодаря разновидности октанового числа ГОСТ 2084-77 «Бензины автомобильные» предусматривает пять марок горючего для автотранспорта: А-72, А-76, АИ-91, АИ-93 и АИ-95.

Однако, параметры горючего для автотранспорта, вырабатываемых по ГОСТ 2084-77, очень сильно отличаются от принятых международных норм, особенно в части экологических требований.

В целях повышения конкурентоспособности российских бензинов и доведения их качества до уровня европейских стандартов был разработан ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего 20 сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия».

Согласно данному нормативному документу предполагается выпуск четырех марок бензинов:

- «Нормаль-80»
- «Регуляр-92»
- «Премиум-95»
- «Супер-98».

Требования, предъявляемые к этим маркам бензинов согласно ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия», указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, предъявляемые к товарным бензинам согласно ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия»

Характеристика	Норма-80	Регуляр-92	Премиум-95	Супер-98
ОЧИ, не менее	80	92	95	98
ОЧМ, не менее	76	83	85	88
Плотность при 15° С, кг/м ³	720-775			

Бензин «Нормаль-80» предназначен для использования на автотранспорте типа - грузовой. Неэтилированный бензин «Регуляр-92» предназначен для применения автотранспорта взамен этилированного А- 93. Бензины для автотранспорта «Премиум-95» и «Супер-98» абсолютно отвечают

европейским требованиям согласно Техническому регламенту Таможенного союза.

ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» представленным в таблице 2. [48]

Таблица 2 – Требования, предъявляемые к товарным бензинам согласно Техническому регламенту Таможенного союза

Характеристика	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5
Содержание серы, мг/кг	500	150	50	10
ДНП, КПа				
Летний период	45-80			
Зимний период	50-100			
Содержание компонентов, не более % мас.				
Ароматические углеводороды	Не определяется	42	35	
бензол	5	1		
олефины	18			
МТБЭ	15			
ММА	1,3			

Кроме того, в настоящее время множество мелких производителей бензинов выпускают свою продукцию по собственным техническим условиям. Чтобы при этом уровень требований к бензинам не занижался, введен ГОСТ Р 51313-99 Бензины автомобильные. Общие технические требования, который носит ограничительный характер и устанавливает ряд обязательных

показателей, которые следует включать в любую нормативно-техническую документацию на бензины.

Автомобильные бензины, производимые по ТУ 38.001165-97, предназначены в основном для поставки на экспорт, а существующий нормативный документ ГОСТ Р 51866-2002, является аутентичным переводом европейского стандарта EN-228.

1.3.1 Компоненты товарных бензинов

Автомобильные бензины представляет собой смеси компонентов – продуктов переработки нефтяного сырья (прямой перегонки нефти, каталитического риформинга, каталитического крекинга и гидрокрекинга вакуумного газойля, изомеризации прямогонных фракций, алкилирования, ароматизации, термического крекинга, висбрекинга, замедленного коксования). Набор компонентов бензина зависит, в основном, от его марки и определяется наличием тех или иных технологических установок на нефтеперерабатывающем заводе.[15]

Как правило, базовый компонент для выработки автомобильного топлива – бензины каталитического риформинга, каталитического крекинга или продукты изомеризации. Бензины каталитического риформинга высоко стабильны при хранении за счет малого содержания серы и практически полного отсутствия олефинов.

Однако есть и ряд недостатков: повышенное содержание ароматических углеводородов и неравномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. Однако, доля компонента каталитического риформинга в составе бензинового фонда России составляет около 50%.

Характеристика бензинов каталитического крекинга:

- низкое содержание серы,
- высокие значения октановых чисел по исследовательскому методу – 90-93 единицы.

Содержание в них ароматических углеводородов составляет 30- 40%, олефиновых – 5-35%. За счет отсутствия диеновых углеводородов в составе бензинов каталитического крекинга, последние считаются химически очень стабильными. По сравнению с бензинами каталитического риформинга, в бензинах крекинга распределение детонационной стойкости по фракциям является равномерным.

Продукты процесса каталитической изомеризации характеризуются высокими октановыми числами (ОЧМ около 88-92, ОЧИ – 93-97 единиц). В основном, после изомеризации на компаундирование отправляется изопентановая фракция. Смещение изомеризата с другими компонентами товарных бензинов дает возможность понижать содержание в них вредных веществ.

Ввиду всех перечисленных причин, в качестве базы для производства автомобильных бензинов целесообразно использовать смесь компонентов каталитического риформинга, каталитического крекинга и продуктов процесса каталитической изомеризации.

Бензины таких термических процессов, как замедленное коксование имеют низкую детонационную стойкость и химическую стабильность, но при этом высокое содержание серы. Поэтому они используются в ограниченных количествах и только для получения низкооктановых бензинов. При производстве же высокооктановых бензинов используются алкилбензин, изооктан, изопентан и толуол. Чаще всего при получении бензинов марок «Премиум95» и «Супер-98» используют кислородсодержащие компоненты: метилтретбутиловый эфир (МТБЭ) или его смесь с третбутанолом – фэтерол. [35]

При введении МТБЭ в бензин повышается полнота его сгорания и равномерность распределения детонационной стойкости по фракциям. Однако, максимально допустимая концентрация МТБЭ в бензинах составляет 15% из-за

его относительно низкой теплоты сгорания и высокой агрессивности по отношению к резинам.

1.3.2. Методы расчета октанового числа товарных бензинов

Трудность оптимизации процесса изготовления высокооктановых бензинов сводится к отсутствию надежных методик, которые позволили бы с высокой точностью определять оценку стойкости к детонации топлива и определять выгодный состав смеси компонентов для производства продукта необходимой марки. [46] После проведения аналитического обзора выяснилось, что хотя трудность оптимизации процесса смешения посвящено немало работ, рассмотренные в них математические модели не учитывают не аддитивность октановых чисел смешения и не обладают прогнозирующей способностью.

В настоящее время признанным считается использование методов, основанных на учете механизма взаимодействия:

- Углеводороды
- Присадки
- Добавки.

В различных методах учитываются разные свойства, такие как:

- Состав
- Структура
- Плотность
- Спектр поглощения
- Диэлектрическая проводимость
- Степень деформации - сжатия
- Степень преломления

Известен способ определения октанового числа автомобильных бензинов, состоящий в сравнении детонационной стойкости испытуемого и эталонного топлива на специальном стандартизированном двигателе внутреннего сгорания.

При определении находят экспериментальную зависимость степени сжатия рабочей смеси в двигателе от содержания изооктана в эталонном топливе, а затем по этой зависимости после испытания анализируемого бензина находят значение его октанового числа.

Методика гласит о том, что на разогретой и отрегулированной одноцилиндровой установке при степени деформации-сжатия, соответствующей стандартной интенсивности детонации, происходит сравнение выбранного горючего с близкими к нему по октановым числам смеси первичных и/или вторичных эталонов. Предварительно для выбранного горючего и эталонных смесей подбирают регулировкой карбюратора. Данный состав рабочей смеси, при котором на измерителе детонации фиксируются наибольшие.

Сравнение испытуемого и эталонного бензина заключается в том, что на стандартном режиме проводят \geq трех раз отсчеты по указателю детонации при работе двигателя попеременно на испытуемом топливе и на смесях эталонных топлив. Эталонные топлива при этом подбираются таким образом, чтобы одна смесь обладала большей, а другая меньшей детонационной стойкостью, чем испытуемое топливо. При этом смеси эталонных топлив должны отличаться друг от друга не более чем на две октановые единицы.

Если определение ведется с первичными эталонами, то октановое число рассчитывают по формуле[54]:

$$A = A_1 + \frac{(A_2 - A_1) * a_1 - a}{a_1 - a_2} \quad (1)$$

где A_1 – содержание изооктана в смеси с нормальным гептаном, об. %;

A_2 – содержание изооктана в смеси с нормальным гептаном, детонирующей слабее испытуемого топлива, об. %;

a – 25 среднеарифметическое из отсчетов по указателю детонации для испытуемого бензина;

a_1, a_2 – то же соответственно для смесей первичных эталонов.

При работе с вторичными эталонами по формуле подсчитывают процентное содержание высокооктанового вторичного эталонного топлива в смеси вторичных этанолов, эквивалентной по детонационной стойкости испытываемому топливу, а затем по шкале вторичных эталонов отсчитывают октановое число.

Недостатком данного способа определения октанового числа является большая длительность определения, составляющая 120 мин, высокая стоимость и громоздкость экспериментальной установки, сложность ее обслуживания и дороговизна компонентов, из которых составляются эталонные топлива.[22]

Если представлять детонацию как взрыв-распад пероксидных соединений — это даёт полное представление о том, как происходит влияние на основные параметры работы двигателя, на его требования к стойкости детонации применяемого горючего.

Данные факторы, способствующие повышению температурной границы в камере горения и увеличению временных рамок последних в камере горения, вызывают скопление пероксидных соединений, облегчают возникновение детонации, то есть. требования двигателя по стойкости к детонации используемого горючего ужесточаются. Наибольшее влияние оказывает степень деформации-сжатия и радиус цилиндра. С повышением степени деформации-сжатия резко возрастает температура, при которой протекают предпламенные реакции, а с увеличением радиуса цилиндра длительность пребывания последних порций горючего в камере горения становится больше. Найдена экспериментальными данными зависимость между октановым числом горючего, необходимым для без детонационной работы двигателя, степенью сжатия и диаметром цилиндра (формула Аронова Д.М.):

$$ОЧ = 125,4 - \frac{413}{\epsilon} + 0,183 * 2 R \quad (2)$$

где ОЧ – октановое число;

ϵ – степень сжатия;

R – радиус цилиндра.

Для бензинов прямой перегонки БашНИИ НП была введена формула:

$$ОЧ_M = 250,9 - 281\rho_4^{20} \quad (3)$$

где ρ_4^{20} — относительная плотность бензина.

Глава 2. Ход организации и методы исследования товарных бензинов.

2.1. Установка компаундирования автомобильных бензинов

Установка для смешения бензинов по своей структуре является блоком, в которой технологическое оборудование и пункт управления размещаются в одном модульном блоке в каркасной конструкции.

Установка смешения бензинов дает возможность обеспечить нужное соотношение необходимых частей топлива, при производстве топлива для авто транспорта, а также вовлечь в него расчётное количество добавки повышающие октановое число.

Внешний вид установки компаундирования бензинов схематично приведён на рисунке 1.

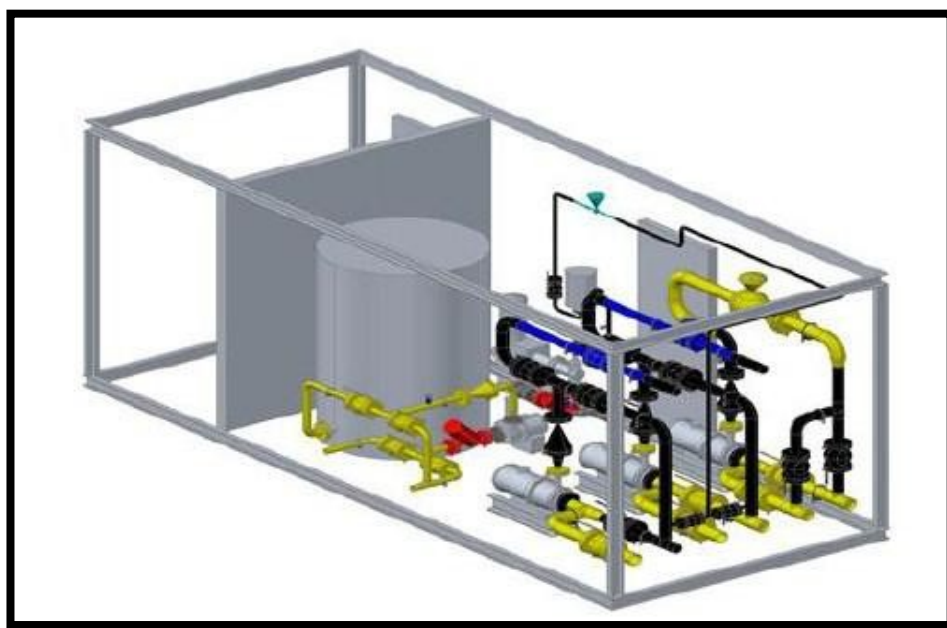


Рисунок 1 - Установка компаундирования товарных бензинов

Установка смешения топлив для автотранспорта являет собой каркасный модуль заводской технологии с установленными внутри него

необходимыми технологическими компонентами, обеспечен внутренним модульным трубопроводом со средствами КИПиА.

Доля модуля занимает командный пункт управления, где располагается необходимое оборудование для присмотра за процессом смешения бензинов, на данном оборудовании можно увидеть:

- Уровень резервуара
- Объем счётчиков, отвечающих за потоки бензинов.

В рассматриваемом блоке так же располагаются лампы сигнализации, как рабочей, так и аварийной, основные системы управления насосными установками, а также частотными вариаторами. Пункт управления является изолированной частью модуля, он специально изолирован от окружающей системы, снабжён отдельной вентиляцией. Помимо этого, состав данной модульной системы должны входить как модульный, так и вне модульный, который представляет собой статический смеситель, а также системы приточной вентиляции в пункт управления:

- Воздухозаборная труба
- Центральный вентилятор
- Проточный электрокалорифер

Используемые на установке смешения бензинов средства автоматизация и контрольно-измерительные приборы оснащают необходимым и достаточным уровнем контроля основных требований технологического режима, это обеспечивает возможность регулирования и поддержания показателей качества произведённого товара.

Технологическая схема компаундирования бензинов, совмещенная со схемой автоматизации, представлена на рисунке 2.

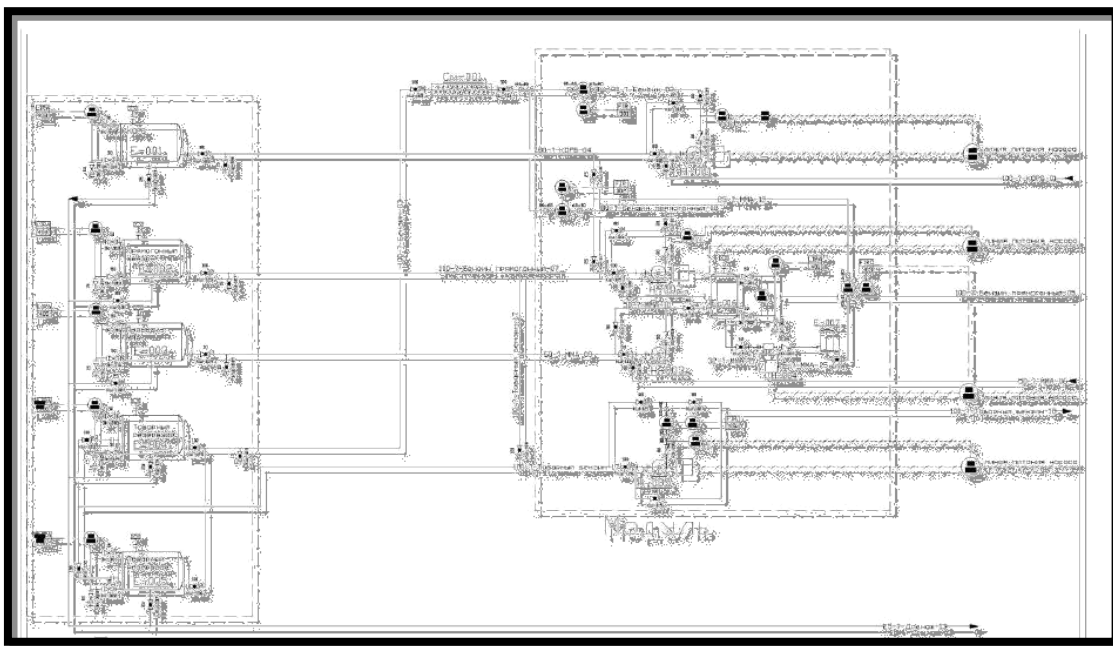


Рисунок 2 - Технологическая схема смешения товарных бензинов

Перед тем как запустить установку смешения бензинов в процессе производства происходит загрузка резервуара с исходными компонентами горючего, на практике в качестве исходных компонентов высыпают бензины прямой перегонки, низкооктановые бензины для автотранспорта марки А-80, кубовые остатки ректификации бензола, абсорбент осветлённый стабилизированный, отходы производства ароматических углеводородов.

Заполнение резервуаров необходимыми компонентами может и должно происходить с помощью насоса(ми) Н-001, Н-002 Аналогичным образом производится загрузка резервуара ММА из автоцистерны или транспортного контейнера при помощи центробежного химического насоса Н-003.

Пуск установки заключается в практически одновременном включении в работу насосов подачи бензиновых компонентов и дозирующего насоса подачи ММА (или другой октаноповышающей

добавки) через смеситель См-100 с направлением общего смесового потока в резервуар приготавливаемого автобензина заданной марки.

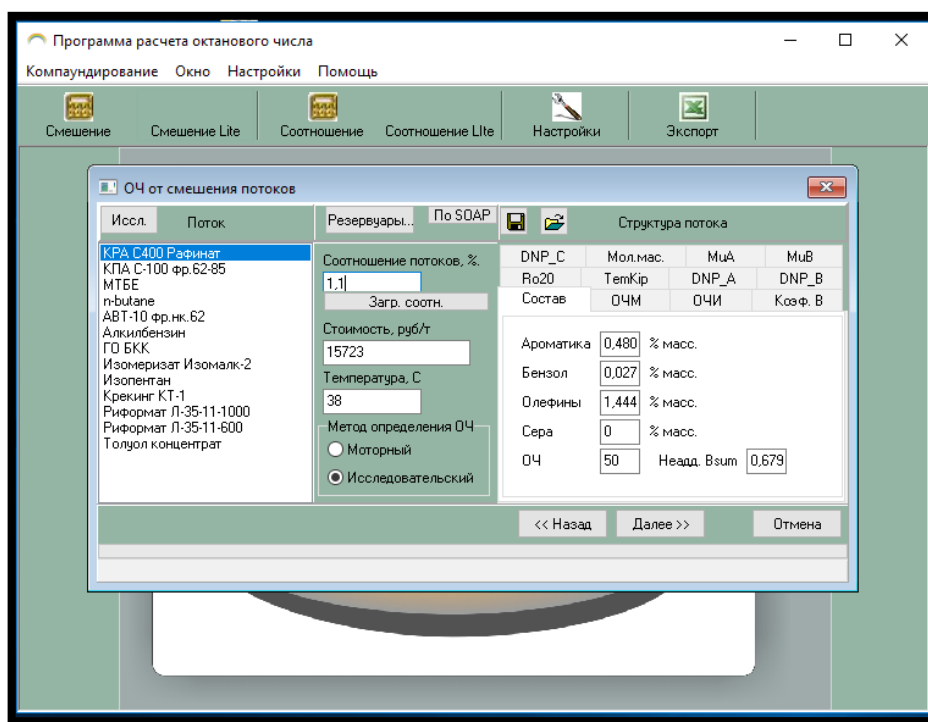
При этом оператором установки задаётся требуемая расчётная производительность каждого насоса с контролем расходов по показаниям объёмных счётчиков потоков, имеющих также функции расходомеров. По мере отработки резервуаров бензиновых компонентов и (или) заполнения резервуара приготавливаемого автобензина производится остановка насосов. [53]

При необходимости автобензин из резервуара готового продукта может быть повторно взят в производство и повторно смешан с каким-либо из имеющихся бензиновых компонентов. Например, для корректировки достигнутого октанового числа, если оно по результатам лабораторного анализа окажется меньше, чем требуется по техническим условиям для данной марки автобензина. Или, напротив, будет иметь существенное избыточное значение.

2.2. Исследование зависимости состава потоков и выходом готового продукта в процессах компаундирования

Процесс компаундирования предназначен для получения высокооктановых бензинов, удовлетворяющих требованиям нормативной документации Российской Федерации (ГОСТ 32513-2013). Оптимизация процесса компаундирования позволит получать продукцию товарного качества, используя более дешевые компоненты, при этом себестоимость бензинов значительно снижается. Для точного расчета рецептуры смешения используется достаточно большое количество программных 28 продуктов, таких как «Neftbiz», однако большинство из них не учитывает неаддитивность октановых чисел смешения бензинов. На кафедре Химической технологии топлива Института природных ресурсов Томского политехнического университета разработана программа «Compaunding», позволяющая рассчитывать показатели

качества бензинов с учетом неаддитивности смешения потоков по октановому



числу.

Рисунок 3 - Пример работы программы «Compaunding»

Первый этап данной работы заключается в следующем, для начала мы задаем параметры: октановое число, давление насыщенных паров, бензол, ароматика, олефины, сера, метилтретбутиловый эфир, для нужного нам готового продукта опираясь на экологический стандарт автомобильного топлива Евро 5.

Таблица 3 – Состав бензина АИ-92

Компонент	% массовый
КРА С400 Рафинат	1,9
КПА С-100 фр.62-85	1,9
МТБЕ	0
n-butane	2,5
АВТ-10 фр.нк.62	1,9
Алкилбензин	8
ГО БКК	30,8
Изомеризат Изомалк-2	6,9
Изопентан	5,1
Крекинг КТ-1	9,3
Риформат Л-35-11-1000	23,2
Риформат Л-35-11-600	8,1
Толуол концентрат	0,3

Следующий шаг работы заключается в том, что, не меняя полученную оптимальную рецептуру автомобильного топлива, будем изменять количество серы в составе потока «Крекинг КТ-1». Полученный результат изображен на графике 1, на нем проиллюстрировано изменение выхода готового продукта от количества серы в потоке каталитического крекинга.

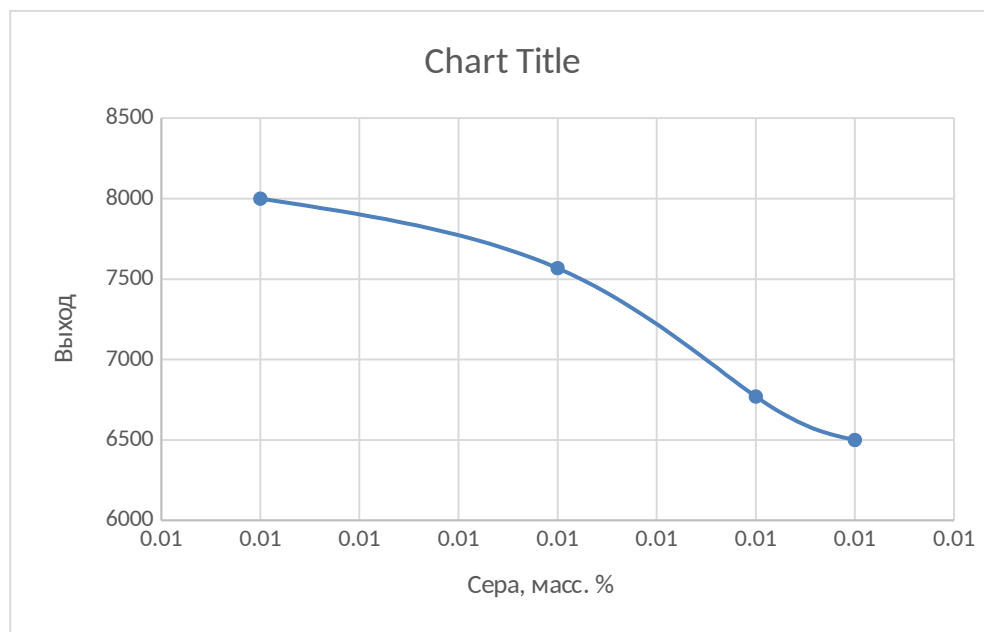


Рисунок 4 - Зависимость выхода продукта от количества серы в потоке каталитического крекинга

Таким образом, на выход готовой продукции значительно может повлиять количество серы в начальных потоках. Чем больше серы, тем меньше выход качественного продукта.

Следующий этап нашей исследовательской деятельности определить влияние ароматики на выход готового продукта, на примере бензина АИ-95.

Зададим условия: октановое число, давление насыщенных паров, бензол, ароматика, олефины, сера, метилтретбутиловый эфир, для готового топлива и получаем оптимальную рецептуру бензина.

Таблица 4 – Состав бензина АИ-95

Компонент	% массовый
КРА С400 Рафинат	0,6
КПА С-100 фр.62-85	0,6
МТБЕ	2,5
n-butane	2
АВТ-10 фр.нк.62	0,6
Алкилбензин	12,9
ГО БКК	26,9
Изомеризат Изомалк-2	5
Изопентан	5
Крекинг КТ-1	13,2
Риформат Л-35-11-1000	20,9
Риформат Л-35-11-600	7,1
Толуол концентрат	2,7

Затем, не изменяя полученную рецептуру автомобильного горючего, будем изменять количество ароматики в составе потока «Крекинг КТ-1». На графике 2 проиллюстрирована зависимость выхода готового продукта от количества ароматики в потоке каталитического крекинга.

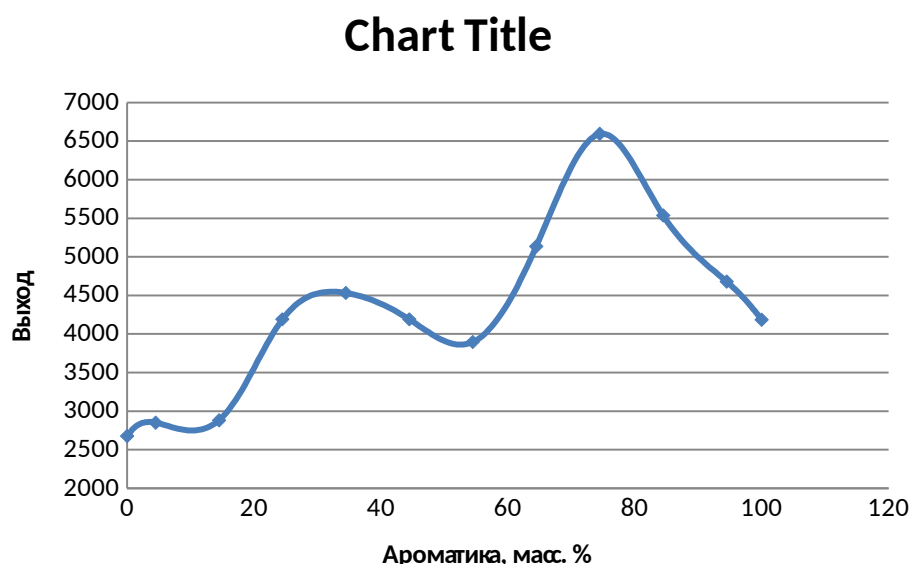


Рисунок 5 - Зависимость выхода продукта от количества ароматики в потоке каталитического крекинга

Исходя из полученных данных, сделаем вывод, что при увеличении концентрации ароматики выход готового продукта колеблется от 2678 тонн до 4186 тонн. Максимальный выход готового горючего 6594 тонн зафиксирован при массовом проценте 74, 48 ароматики.

Следующую зависимость изменения концентрации бензола в потоке «Риформат Л-35-11-1000» рассмотрим на выходе бензина АИ-98.

Следующий этап работы – задать параметры для горючего АИ-98: октановое число, давление насыщенных паров, бензол, ароматика, олефины, сера, метилтретбутиловый эфир, для нужного нам готового продукта опираясь на экологический стандарт автомобильного топлива Евро 5 и получаем оптимальную рецептуру.

Таблица 5 – Состав АИ-98

Компонент	% массовый
КРА С400 Рафинат	0
КПА С-100 фр.62-85	0
МТБЕ	7,2
n-butane	0
АВТ-10 фр.нк.62	0
Алкилбензин	13,5
ГО БКК	10,5
Изомеризат Изомалк-2	11
Изопентан	11,5
Крекинг КТ-1	11,1
Риформат Л-35-11-1000	22,3
Риформат Л-35-11-600	7,9
Толуол концентрат	5,1

Далее изменяем концентрацию бензола в потоке «Риформат Л-35-11-1000» в интервале от 0 до 3.1 масс.%, и наблюдаем как изменяется выход бензина не теряя его качества. Это проиллюстрировано на рисунке 6.

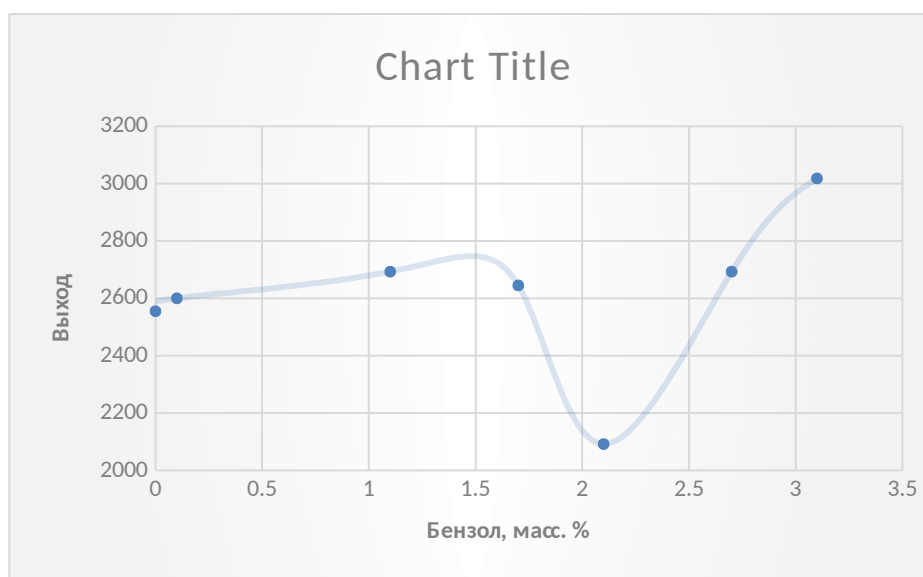


Рисунок 6 - Зависимость выхода продукта от количества бензола в потоке реформата

Вывод, который можно сделать исходя из данного графика, содержание бензола значительно влияет на выход готового бензина.

Таким образом, качество используемых потоков влияет на выход готового горючего.

2.3. Моделирование процесса компаундирования и подбор рецептур бензинов для АИ-80, АИ-92, АИ-95 и АИ-98 с целью снижения себестоимости

Актуальные проблемы человечества на сегодняшний день, это загрязнение окружающей среды, истощение нефтяных месторождений и повышение цен на горючее. Производители топлива находятся в постоянном поиске экономически выгодных методик получения горючего и не нарушающего экологический стандарт Евро 5. Основным инструментом для достижения цели нефтеперерабатывающих заводов является метод математического моделирования. Математическая модель для расчета октановых чисел с учетом неаддитивности предназначена для прогнозирования октановых чисел компонентов топлива, а также для уточнения рецептур смешения товарных бензинов в зависимости от состава и расхода, вовлекаемых в данный процесс потоков, во избежание перерасхода высококачественных и дорогостоящих компонентов.

С помощью программы «Compounding» подобрана рецептура горючего, которая представлена в таблицах.

В таблице 6 представлен компонентный состав по потокам трех вариантов бензинов марки АИ-80.

Таблица 6 – Состав потока АИ-80

Компоненты	% массовый		
	Образец А	Образец Б	Образец В
КРА С400 Рафинат	11,50	12,00	13,00
КРА С-100 фр.62-85	14,00	13,00	14,00
МТБЕ	0	0	0

n-butane	0	0	0
АВТ-10 фр.нк.62	8,90	8,90	10,00
Алкилбензин	9,00	9,00	11,00
ГО БКК	8,50	8,50	10,00
Изомеризат Изомалк-2	6,00	6,00	6,60
Изопентан	4,00	4,00	8,00
Крекинг КТ-1	7,90	7,90	7,00
Толуол концентрат	0,114	0,114	0,114
Риформат Л-35-11-600	15,50	15,5	6,00
Риформат Л-35-11-1000	9,00	7,00	14,00
Стоимость руб/т	16846,41	16340,65	18168,78

Исходя из представленных данных, сделаем вывод, что образец Б является экономически выгодным рецептом получения топлива.

В таблице 7 представлены свойства бензина АИ-80. Это является прямым доказательством, что показатели данного топлива не отклоняются от экологических стандартов.

Таблица 7 - Свойства АИ-80

Показатель	Значение		
	Образец А	Образец Б	Образец В
ОЧИ	80,56	80,1	80,6
ОЧМ	76,58	76,21	76,96
ДНП потока	45,53	45,97	49,74
Плотность потока, кг/м ³	722,55	720,3	714,46
Вязкость потока, с*Па	41,37	40,95	40,13
Н-парафины, %мас	11,827	11,9467	11,4248
Изо-парафины, %мас	43,0354	44,0281	46,7327

Нафтенy, %мас	16,8994	16,7798	16,739
Олефины, %мас	4,2527	4,3765	4,274
Бензол, % мас	0,9	0,9	0,8
Ароматика, %мас	23,9843	22,8687	20,8297
Сера, %мас	0,0005	0,0005	0,0005

В таблице 8 представлен состав горючего АИ-92. Рассмотрим три образца данного топлива и определим наименее затратный рецепт бензина.

Таблица 8 - Состав потока АИ-92

Компоненты	% массовый		
	Образец А	Образец Б	Образец В
КРА С400 Рафинат	1	2,7	2,7
КРА С-100 фр.62-85	1,1	2,9	2,9
МТБЕ	0	0	0
n-butane	2,5	2,6	3,4
АВТ-10 фр.нк.62	1,1	2,9	2,9
Алкилбензин	7,4	8	8
ГО БКК	31,7	30,8	30,8
Изомеризат Изомалк-2	6,9	6,9	7,3
Изопентан	5,1	5,1	5,7
Крекинг КТ-1	13,5	9,3	9,3
Риформат Л-35-11-1000	22	20,6	22,2
Риформат Л-35-11-600	7,7	7,2	3,8

Толуол концентрат	0	1	1
Стоимость руб/т	18354	18295	18403

Таким образом, экономически выгодным рецептом топлива является образец Б.

Теперь определим подходит ли к экологическим стандартам Евро 5 топливо АИ-92. Для этого рассмотрим таблицу 9.

Таблица 9 - Свойства потока АИ-92

Показатель	Значение		
	Образец А	Образец Б	Образец В
ОЧИ	92,82	92,2	92,05
ОЧМ	85,29	84,7	83,96
ДНП потока	66,46	65,42	66,59
Плотность потока, кг/м ³	733,25	729,47	726,56
Вязкость потока, с*Па	43,66	42,85	42,47
Н-парафины, %мас	7,7846	8,8349	9,3961
Изо-парафины, %мас	38,0061	39,0024	39,3112

Нафтенy, %мас	7,6031	9,1191	9,1121
Олефины, %мас	11,0921	10,1548	10,1548
Бензол, % мас	0,9	0,9	0,9
Ароматика, %мас	34,9	32,8964	32,034
Сера, %мас	0,0009	0,0008	0,0008

Опираясь на данные таблицы, сделаем вывод, что рецептура бензина АИ-92 не отклоняется от экологических стандартов.

Рассмотрим таблицу 10. В ней представлены три потока топлива АИ-95. Нам необходимо выделить образец с наименьшей себестоимостью и не нарушающий экологический стандарт Евро 5.

Таблица 10- Состав потока АИ-95

Компонент	% массовый		
	Образец А	Образец Б	Образец В
КРА С400 Рафинат	2,5	1,1	0,2
КРА С-100 фр.62-85	2,5	1,1	0,2
МТБЕ	5,6	2,8	4,7
n-butane	2	2	3
АВТ-10 фр.нк.62	2,5	1,1	0,2
Алкилбензин	12,9	12,9	13,5
Риформат Л-35-11-1000	20	20	26
Изомеризат Изомалк-2	5	5	8,3

Изопентан	5	5	6,2
Крекинг КТ-1	13,2	13,2	11,1
ГО БКК	26,9	26,9	16,3
Риформат Л-35-11-600	2	7,4	4,6
Толуол концентрат	0	1,8	0,3
Стоимость руб/т	20572	19736	20086

Таким образом, наименее затратная рецептура горючего является образец Б.

Для определения экологически чистого производства бензина рассмотрим таблицу 11.

Таблица 11- Свойства потока АИ-95

Показатель	значение		
	Образец А	Образец Б	Образец В
ОЧИ	95,26	95,4	96,67
ОЧМ	86,78	87,64	89,33
ДНП потока	63,02	63,28	66,3
Плотность потока, кг/м ³	726,68	732,05	728,37
Вязкость потока, с*Па	41,92	42,93	42,18
Н-парафины, %мас	7,5955	7,2686	7,6482

Изо-парафины, %мас	39,634	39,733	42,017
Нафтены, %мас	8,2807	6,8577	4,4062
Олефины, %мас	9,9	9,8256	6,954
Бензол, % мас	0,8	0,9	0,9
Ароматика, %мас	28,6	33,53	33,709
Сера, %мас	0,0009	0,0009	0,0008

Таким образом, наиболее экологически чистое производство топлива АИ-95 находится под образцом В так как в его составе меньше сернистых соединений, но и образец Б не нарушает стандартов Евро 5.

Рассмотрим таблицу 12. В ней представлена рецептура бензина АИ-98. Исходя из данных необходимо определить наименее затратный поток топлива из трех представленных.

Таблица 12- Состав потока АИ-98

Компонент	% массовый		
	Образец А	Образец Б	Образец В
КРА С400 Рафинат	0	0	0
КРА С-100 фр.62-85	0	0	0
МТБЕ	6	5,8	5,8
n-butane	0	0	0
АВТ-10 фр.нк.62	0	0	0
Алкилбензин	25	25,2	24,2
ГО БКК	0	0	0

Изомеризат Изомалк-2	15	15	15
Изопентан	0	0	0
Крекинг КТ-1	25	25	25
Риформат Л-35-11-1000	29	29	30
Риформат Л-35-11-600	0	0	0
Толуол концентрат	1	1	1
Стоимость руб/т	22465,93	22409,28	22377,76

Таким образом, экономически выгодным производством топлива является образец В.

Обработка данных таблицы 13, поможет определить не нарушает ли экологические стандарты топливо под образцом В.

Таблица 13- Свойства потока АИ-98

Показатель	значение		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
ОЧИ	98,39	98,33	98,41
ОЧМ	91,39	91,36	91,36
ДНП потока	49,96	49,97	49,8
Плотность потока, кг/м3	733,21	733,13	734,54
Вязкость потока, с*Па	43,78	43,8	44,01

Н-парафины, %мас	3,95	3,9602	3,9599
Изо-парафины, %мас	48,79	48,6462	48,1668
Нафтены, %мас	3,74	3,7402	3,7549
Олефины, %мас	4,89	4,8981	4,8981
Бензол, % мас	0,8	0,8	0,8
Ароматика, %мас	32,6	32,6773	33,4751
Сера, %мас	0,0009	0,0009	0,00098

Про анализируя данные таблицы 13, сделаем следующий вывод: образец В не нарушает стандарта Евро 5, но в сравнении с двумя другими потоками АИ-98, содержит в себе наибольшую массовую долю сернистых соединений.

В ходе проделанной работы разрабатывали оптимальную рецептуру исходя из требований минимальной себестоимости и не нарушающие экологических стандартов, походят следующие рецептуры топлива. Для бензина АИ-80 экономически и экологически выгодным является рецептура образца Б. Для топлива АИ-92 с наименьшей себестоимостью является рецептура образца Б. Экономически выгодным рецептом бензина АИ-95 является образец В. Для бензина АИ-98 экономически выгодной является рецептура образца В.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д33	Жарков Александр Александрович

Институт	ОХИ ИШПР	Кафедра	Химическая технология
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):	Работа с информацией, представленной в
---	--

материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности процессов компаундирования
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Сегментирование рынка	
2. Оценка конкурентоспособности технических решений	
3. Матрица SWOT	
4. График проведения и бюджет НТИ	
5. Расчёт чистого денежного потока	
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д33	Жарков Александр Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д33	Жарков Александр Александрович

Институт	ОХИ ИШПР	Кафедра	Химическая технология
----------	----------	---------	-----------------------

Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
---------------------	----------	---------------------------	---

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и область его применения	<p>Объект исследования: процесс компаундирования товарных бензинов.</p> <p>Методика: разработка рецептуры компаундирования товарных бензинов Рабочая зона: оборудованное компьютером.</p> <p>Область применения: нефтегазовая промышленность</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования. 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований. 1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.
2. Экологическая безопасность:	2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду. 2.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду. 2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований. 3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований. 3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	4.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства. 4.2. Организационные

	мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король Ирина Степановна	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д33	Жарков Александр Александрович		

Заключение

Первой задачей выпускной квалификационной работы был обзор литературы, описывающий процесс компаундирования автомобильных бензинов. В ходе данной деятельности был сделан следующий вывод:

Бензин – это горючее, состоящее из смеси легких углеводородов. Температура кипения бензина от 33 до 205 °С (в зависимости от примесей). Бензин используется в качестве топлива в карбюраторных и инжекторных двигателях, а также как высоко-импульсное ракетное топливо. Бензин уникальное вещество, из него делают парафины, особо часто применяют как растворитель или же как горючий материал.

Компаундирование - это технология смешения нефти.

Вторая задача, поставленная в ходе выполнения работы, стала - исследовать зависимость состава потоков и выходов готового продукта в процессах смешения. Таким образом можно сделать следующий вывод: качество используемых потоков влияет на выход готового горючего.

Третья задача выпускной квалификационной работы - смоделировать процесс смешения и подобрать рецептуру бензинов для АИ-80, АИ-92, АИ- 95, АИ-98 с целью снижения себестоимости. В ходе проделанной работы можно сделать следующий вывод: мы смогли разработать оптимальную рецептуру исходя из требований минимальной себестоимости и не нарушающие экологических стандартов автомобильного топлива.

Таким образом, исследовав рецептуры смешения промышленного топлива с учётом не аддитивности октановых чисел и воздействия содержания используемого в процессе сырья было установлено, что было установлено, что полученный продукт надлежащего качества можно получить в том случае, если своевременно внести поправки в рецептуру в соответствии с составом вовлекаемого в процесс смешения сырья.